

Aplikasi *Azolla pinnata* Dan Bakteri Endofitik Penambat N₂ Untuk Meningkatkan Sifat Kimia Tanah, Tanaman, Dan Bobot Kering Tanaman Jagung Pada Inceptisol Jatinangor

Mieke Rochimi Setiawati¹⁾, Pujawati Suryatmana¹⁾, Yuliati Machfud¹⁾,
Yori Tridendra²⁾

¹⁾ Staf Pengajar Fakultas Pertanian Universitas Padjadjaran

²⁾ Alumni Fakultas Pertanian Universitas Padjadjaran

Jl. Raya Bandung Sumedang Km 21 Jatinangor Kab. Sumedang

Email: m.setiawati@unpad.ac.id

ABSTRAK

Penelitian bertujuan untuk mengetahui pengaruh aplikasi *Azolla pinnata* dan bakteri endofitik penambat N₂ terhadap sifat kimia tanah dan tanaman serta pertumbuhan tanaman jagung pada Inceptisols asal Jatinangor. Percobaan ini telah dilaksanakan di rumah kaca Fakultas Pertanian Universitas Padjadjaran, Jatinangor, Jawa Barat. Percobaan menggunakan Rancangan Acak Kelompok (RAK) pola faktorial, yang terdiri dari dua faktor dan tiga ulangan. Faktor pertama adalah dosis kompos *Azolla pinnata* yang terdiri dari empat taraf (0 g pot⁻¹, 12,5 g pot⁻¹, 25 g pot⁻¹, 37,5 g pot⁻¹). Faktor kedua yaitu jenis inokulan bakteri endofitik penambat N₂ yang terdiri dari tiga taraf : tanpa penggunaan inokulan bakteri endofitik, menggunakan bakteri endofitik penambat N₂ *Acinetobacter* sp., bakteri endofitik penambat N₂ *Pseudomonas* sp. Hasil penelitian menunjukkan bahwa terdapat interaksi antara *Azolla pinnata* dengan bakteri endofitik penambat N₂ terhadap konsentrasi N dan serapan N tanaman jagung. Pemberian kompos *Azolla pinnata* dengan dosis 37,5 g pot⁻¹ setara dengan 6 ton ha⁻¹ dapat menghasilkan bobot kering tanaman jagung tertinggi. Bakteri endofitik penambat N₂ maupun kompos azolla belum dapat meningkatkan N total tanah Inceptisols Jatinangor.

Kata kunci : *Azolla pinnata*, Bakteri endofitik penambat N₂, *Acinetobacter* sp., *Pseudomonas* sp.

Application of *Azolla pinnata* and N-Fixing Endophytic Bacteria To Enhance Chemical, Plant Properties, and Dry Weight Corn Plant at Inceptisols Jatinangor

ABSTRACT

The research to determine the effect of *Azolla pinnata* dry weight and nitrogen-fixing endophytic bacteria on the chemical properties of soil and plants and the growth of corn plants on Inceptisols from Jatinangor. This experiment was carried out in the greenhouse of the Faculty of Agriculture, Padjadjaran University, Jatinangor, West Java. The experiment design was Randomized Block Design (RDB) in factorial pattern consisted of two factors and three replications. The first factor was dosage of *Azolla pinnata* compost consisted of four levels (0 g pot⁻¹, 12.5 g pot⁻¹, 25 g pot⁻¹, 37.5 g pot⁻¹). The second factor was nitrogen-fixing endophytic bacteria consisted three levels: without nitrogen-fixing endophytic bacteria, just used nitrogen-fixing endophytic bacteria *Acinetobacter* sp., used nitrogen-fixing endophytic bacteria *Pseudomonas* sp. The results showed that there were interactions between *Azolla pinnata* and N₂-fixing endophytic bacteria on N concentration and N uptake of corn plants. Application *Azolla pinnata* compost with a dosage of 37.5 g pot⁻¹ equivalent to 6 tons ha⁻¹ can produce the highest dry weight of corn plants. Both nitrogen-fixing endophytic bacteria and azolla compost have not been able to increase the total N of Jatinangor Inceptisols.

Keywords: *Azolla pinnata*, nitrogen-fixing endophytic bacteria, *Acinetobacter* sp., *Pseudomonas* sp., corn plant

PENDAHULUAN

Inceptisols adalah tanah muda yang mulai berkembang dengan kandungan unsur hara yang masih rendah. Inceptisols tersebar luas di seluruh Indonesia yaitu sekitar 70,52 juta ha atau 37,5 % dari wilayah daratan Indonesia. Tanah ini belum berkembang lanjut dengan karakteristik bersolum tebal antara 130 cm hingga 5 meter di atas bahan induk dan bereaksi agak masam^[1]. Inceptisol sangat berpotensi untuk dikembangkan sebagai lahan pertanian terutama pangan.

Penggunaan Inceptisols secara terus-menerus dalam kurun waktu yang cukup lama, tanpa adanya *input* pertanian akan menyebabkan rusaknya kesuburan tanah sehingga produktivitas tanahnya menurun. Hal tersebut dapat terlihat dengan terganggunya pertumbuhan tanaman karena rendahnya kandungan unsur hara yang ada di dalam tanah terutama unsur hara makro utama N, P dan K.

Nitrogen merupakan komponen utama yang ada di atmosfer bumi. Jumlah N yaitu sekitar 78% terdapat di atmosfer bumi dalam bentuk tidak dapat digunakan oleh tanaman. Penambatan N₂ di udara oleh mikroorganisme yang digunakan sebagai pupuk hayati dapat membantu ketersediaan unsur N bagi tanaman. Salah satu mikroorganisme tersebut yaitu bakteri endofitik penambat N₂. Bakteri endofitik adalah mikroorganisme yang hampir seluruh dari siklus hidupnya menempati jaringan tanaman hidup dan tidak menyebabkan kerusakan pada tanaman^[2]. Saat ini telah diketahui bahwa sejumlah bakteri endofitik yang telah berhasil diisolasi dari jaringan beberapa tanaman pangan, yaitu pada tanaman padi, jagung, sorgum, dan tebu dapat meningkatkan secara nyata penambatan N₂. Potensi N yang disumbangkan oleh bakteri endofitik lebih besar dari bakteri nonendofitik, karena N yang berhasil ditambat tidak ada yang hilang. Kolonisasi bakteri endofitik dalam jaringan tanaman dapat mengeksploitasi substrat karbon yang disuplai oleh tanaman tanpa berkompetisi dengan mikroba lain. Bakteri ini seringkali berlokasi di dalam akar di bawah tanah atau berada pada jaringan yang

kompak, seperti buku batang dan pembuluh xilem, sehingga bakteri ini mampu tumbuh pada lingkungan dengan tekanan O₂ yang rendah yang sangat penting bagi aktivitas enzim nitrogenase^[3]. Beberapa bakteri endofitik selain mampu menambat N₂ juga mampu menghasilkan hormon tumbuh *indole acetic acid* (IAA) dan umumnya tidak menyebabkan penyakit serta berproliferasi di dalam jaringan^[4]. Dari hasil penelitian yang telah dilakukan diperoleh dua jenis bakteri endofitik penambat N₂ unggul, yaitu *Pseudomonas* sp. dan *Acinetobacter* sp., masing-masing memiliki aktivitas nitrogenase yang tinggi yaitu sebesar 254,0 dan 263,5 nmol jam⁻¹ ^[5].

Selain bakteri endofitik, tanaman paku air *Azolla pinnata* dapat mengikat N dari udara karena *Azolla* hidup bersimbiosis dengan Cyanobacteria *Anabaena azollae* yang mempunyai enzim nitrogenase. *A. pinnata* dapat digunakan sebagai pupuk organik karena kaya N dan biomasnya cepat berkembang di air yang dangkal. Aplikasi *Azolla* dapat dilakukan dengan berbagai cara yaitu *Azolla* dalam bentuk segar ditanamkan ke dalam tanah, dikomposkan terlebih dahulu atau dikeringkan sebagai pupuk organik atau pupuk hijau. Di Vietnam, *A. pinnata* telah digunakan sebagai pupuk sejak tahun 1930an. Pupuk organik *A. pinnata* dapat mengurangi ketergantungan terhadap pupuk anorganik serta dapat menjaga kondisi tanah ^[6].

Pada penelitian yang telah dilakukan menunjukkan kandungan nitrogen total di dalam jaringan tanaman *azolla* berkisar antara 3,9% hingga 5,4 % per berat kering, sehingga tanaman ini sangat berpotensi sebagai sumber nitrogen alami ^[7]. *A. pinnata* memiliki kandungan nitrogen berkisar antara 2,9% sampai dengan 5,9% waktu generasi berkisar 3,1 sampai 4,4 hari, kadar air 91,4% sampai 96,5% dan kegiatan penambatan nitrogennya berkisar antara 0,36 sampai 1,40 mgN/g biomassa/jam^[8]. Kegunaan *azolla* adalah sebagai sumber N yang dapat mengganti pupuk urea sampai 100 kg, pakan ternak/hijauan, pakan ikan, pakan ayam dan itik, menekan pertumbuhan gulma dan

penyakit pada tanaman^[9]. Dekomposisi azolla sangat cepat 3-6 minggu dengan melepas 56 - 80% Nitrogen ke dalam tanah. Sepuluh ton azolla segar setara dengan 50 Kg Urea. Sehingga setiap hektar areal memerlukan azolla sejumlah 20 ton dalam bentuk segar, atau 6-7 ton berupa kompos (kadar air 15 persen) atau sekitar 1 ton dalam keadaan kering.

Besarnya sumbangan nitrogen yang dapat ditambat bakteri endofitik penambat N₂ dan pupuk organik dari *A. pinnata* akan mengurangi ketergantungan pada penggunaan pupuk N anorganik (Urea) pada tanaman jagung, sehingga dipandang perlu untuk dilakukan penelitian aplikasi *A. pinnata* dan bakteri endofitik terhadap N total tanah, konsentrasi N, serapan N, dan bobot kering tanaman jagung. Tanaman jagung sangat dianjurkan menggunakan kompos/pupuk organik 2 ton per ha pada saat pengolahan lahan^[10]. Penggunaan kombinasi pupuk organik 10 ton/ha + anorganik (urea) 150 kg N/ha dianjurkan juga sebagai dosis pemupukan jagung^[11]. Penelitian ini diharapkan dapat berguna untuk memanfaatkan *A. pinnata* dan bakteri endofitik dalam meningkatkan N total tanah, konsentrasi N, serapan N dan bobot kering tanaman jagung pada Inceptisols asal Jatinangor. Selain itu, penelitian ini diharapkan dapat menjadi rujukan untuk pengembangan pertanian yang berorientasi kepada pertanian yang berkelanjutan (*sustainable agriculture*) dengan meminimalkan penggunaan input bahan-bahan pupuk yang berbasis kimia.

BAHAN DAN METODE

Penelitian ini dilaksanakan di rumah kaca Fakultas Pertanian Universitas Padjadjaran, Kecamatan Jatinangor, Kabupaten Sumedang, Jawa Barat. Lokasi tempat percobaan memiliki ketinggian ± 782 meter di atas permukaan laut. Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah tanah Inceptisols Jatinangor (pH 6.33, N total 0.31%, P₂O₅ Bray-1 28.5 mg 100g⁻¹, P₂O₅ total 10.6 mg 100g⁻¹, K₂O 12.4 mg 100g⁻¹, C organik 3.7

%, C/N 11, tekstur liat). Tanah yang digunakan untuk media tanam dalam percobaan ini diambil secara komposit dari lapisan olah pada kedalaman 0-20 cm. Tanah tersebut dikering udarakan, ditumbuk lalu disaring dengan menggunakan saringan berdiameter 0,5 cm. Tanah dimasukkan ke dalam pot dengan berat tanah sebesar 12.5 kg pot⁻¹.

Benih jagung yang digunakan adalah jagung Manis Hibrida Varietas Sweet Boy yang diproduksi PT. Benih Inti Suburin Tani. Kompos *A. pinnata* yang digunakan dibuat dengan cara fermentasi aerob dalam komposter (kadar air 12.8%, C organik 32.17 %, N total 3.68%, C/N 8.7, K₂O 0.46 %). Pemberian kompos *A. pinnata* dengan cara ditugal kedalaman 10 cm, tiap lubang diisi dengan kompos Azolla dan diatasnya ditanam 2 butir benih jagung, setelah itu ditutup dengan tanah.

Pupuk anorganik yang digunakan urea (45% N), SP-36 (36% P₂O₅), KCl (50% K₂O) berturut-turut dosis yang diberikan sebesar 100 kg ha⁻¹, 150 kg ha⁻¹, dan 50 kg ha⁻¹. Dosis urea diberikan adalah setengah dari dosis anjuran. Pemberian pupuk anorganik ditugal dikiri dan kanan benih jagung sedalam 3 cm pada saat tanam benih jagung.

Bakteri endofitik penambat N₂ yang digunakan merupakan koleksi Lab. Biologi Tanah Fak. Pertanian Unpad yaitu *Acinetobacter* sp. aktivitas nitrogenase sebesar 96 nmol ml⁻¹ jam⁻¹ dan hormon IAA 106 µg mL⁻¹, dengan kepadatan 1 x 10⁸ CFU mL⁻¹ dan *Pseudomonas* sp. dengan aktivitas nitrogenase sebesar 76 nmol ml⁻¹ jam⁻¹ dan hormon IAA 197 µg mL⁻¹, dengan kepadatan 1 x 10⁸ CFU mL⁻¹ kedua bakteri tersebut diaplikasikan dengan cara dituangkan pada bibit jagung 1 MST dengan dosis 5 L ha⁻¹.

Percobaan yang dilakukan menggunakan Rancangan Acak Kelompok pola faktorial, yang terdiri dari 2 faktor dan diulang 3 kali. Faktor pertama adalah dosis kompos *Azolla pinnata* (P) yang terdiri dari empat taraf :
p₀ : kompos *A. pinnata* dengan dosis 0 t/ha
p₁ : kompos *A. pinnata* dengan dosis 2 t/ha setara dengan 12,5g pot⁻¹

p₂ : kompos *A. pinnata* dengan dosis 4 t/ha setara dengan 25g pot⁻¹

p₃ : kompos *A. pinnata* dengan dosis 6 t/ha setara dengan 37,5g pot⁻¹

Faktor kedua yaitu jenis inokulan bakteri endofitik penambat N₂ (B) yang terdiri dari tiga taraf:

b₀ : tanpa penggunaan inokulan bakteri endofitik

b₁ : menggunakan bakteri endofitik penambat N₂ *Pseudomonas* sp. sebesar 10 ml pot⁻¹

b₂ : menggunakan bakteri endofitik penambat N₂ *Acinetobacter* sp. sebesar 10 ml pot⁻¹

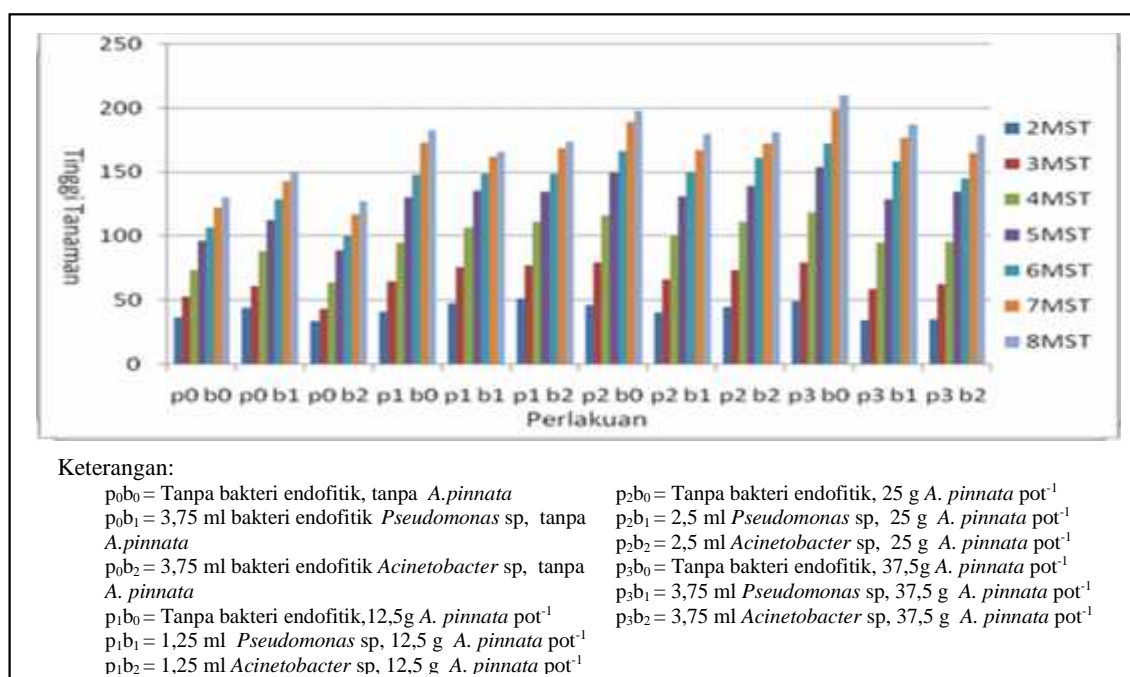
Pengamatan yang dilakukan terdiri dari pengamatan utama dan pengamatan penunjang. Pengamatan utama dilakukan analisis statistik, meliputi : N-Total tanah ditetapkan dengan metode Kjeldahl, Konsentrasi N dan serapan N tanaman ditetapkan dengan metode destruksi basah, serta bobot kering tanaman jagung per pot. Semua parameter dianalisis pada saat tanaman jagung berumur 70 HST.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pertumbuhan Tanaman

Pertumbuhan tanaman jagung yang diamati adalah tinggi tanaman dan jumlah daun. Pengamatan dilakukan setiap satu minggu sekali dimulai pada umur jagung 2 MST sampai tanaman jagung berumur 8 MST atau sudah memasuki masa vegetatif akhir. Pengamatan tinggi tanaman dilakukan dengan mengukur tinggi tanaman dari permukaan tanah sampai ujung daun tertinggi.

Tinggi tanaman jagung pada umur 2 MST pada perlakuan pupuk *A. pinnata* dengan dosis 12, 5 g pot⁻¹ dan menggunakan bakteri endofitik penambat N₂ (*Acinetobacter* sp.) memperlihatkan tinggi tanaman paling tinggi, yaitu 51,3 cm. Namun pada 3 MST sampai dengan 8 MST perlakuan pupuk *A. pinnata* dengan dosis 37,5 g pot⁻¹ dan tanpa menggunakan bakteri endofitik penambat N₂ selalu menunjukkan tinggi tanaman paling tinggi (Gambar 1).



Gambar 1. Rata-rata Tinggi Tanaman Jagung Akibat Pemberian *Azolla pinnata* dan Bakteri Endofitik Penambat N₂

Bakteri endofitik penambat N₂ dapat beraktifitas dengan baik didalam jaringan tanaman jagung bila kandungan N yang

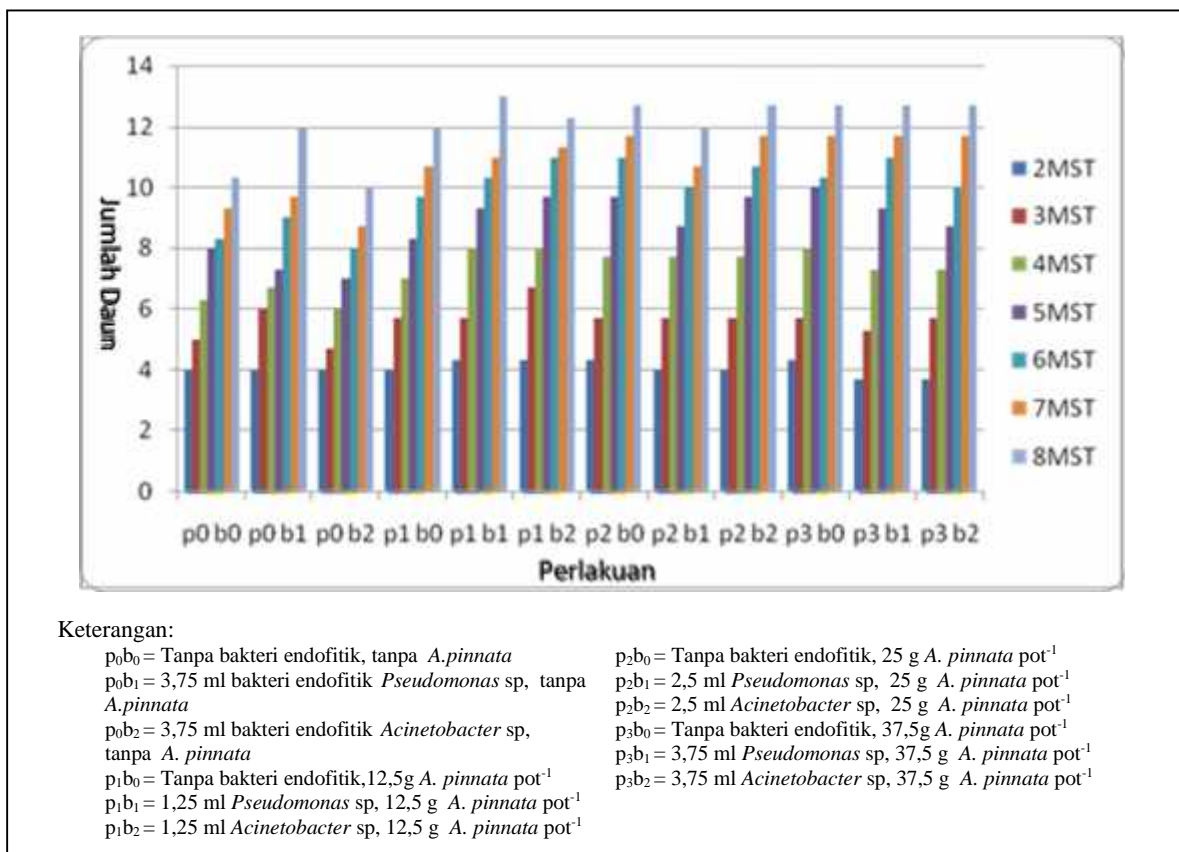
tersedia di dalam tanah tidak berlebih. Dosis pupuk yang melebihi kebutuhan tanaman dapat menghambat aktifitas nitrogenase

bakteri endofitik dalam menambat N_2 di udara yang menyebabkan pertumbuhan tanaman jagung tidak maksimal.

Berdasarkan Gambar 1, tinggi tanaman jagung pada umur 2 MST sampai 3 MST walaupun ada perbedaan namun masih memperlihatkan pertumbuhan yang cukup seragam. Namun pada umur 4 MST sampai 8 MST perbedaan tinggi tanaman antar beberapa perlakuan menunjukan perbedaan selisih yang

cukup besar.

Jumlah daun tanaman jagung pada fase vegetatif awal sampai pada masa vegetatif akhir memperlihatkan pertumbuhan jumlah daun yang cukup seragam. Pada masa vegetatif akhir (8 MST) perlakuan kompos *A. pinnata* dengan dosis $12,5 \text{ g pot}^{-1}$ dan menggunakan bakteri endofitik penambat N_2 *Pseudomonas* sp. (p_1b_1) menunjukkan jumlah rata-rata daun paling banyak, yaitu 13 buah.



Gambar 2. Jumlah Rata-rata Daun Tanaman Jagung Akibat Pemberian *Azolla pinnata* dan Bakteri Endofitik Penambat N_2

Setiap perlakuan dari taraf dosis pupuk *A. pinnata* dan inokulan bakteri endofitik penambat N_2 memperlihatkan pengaruh perbedaan terhadap pertumbuhan tanaman. Untuk perlakuan pupuk *A. pinnata* dengan dosis $37,5 \text{ g pot}^{-1}$ dan tanpa menggunakan bakteri endofitik penambat N_2 (p_3b_0) menunjukan pertumbuhan tanaman yang cukup optimum, dimana perlakuan tersebut menunjukan tinggi tanaman mencapai 210 cm dan jumlah rata-rata daun 12,7 buah,

dibandingkan dengan perlakuan pupuk *A. pinnata* dengan dosis $37,5 \text{ g pot}^{-1}$ dengan menggunakan bakteri endofitik penambat N_2 *Pseudomonas* sp. (p_3b_1) dan perlakuan pupuk *A. pinnata* dengan dosis 25 g pot^{-1} dengan menggunakan bakteri endofitik penambat N_2 *Acinetobacter* sp. (p_2b_2) yang masing-masing hanya memperlihatkan tinggi tanaman 187 cm dan 181,3 cm dengan jumlah rata-rata daun 12,7 buah.

Bakteri endofitik dapat mengkolonisasi

tanaman melalui batang dan juga stomata. Bakteri dapat berkembang dengan baik dan dapat memberikan nitrogen yang ditambatnya dari udara. Selama fase vegetatif, tanaman jagung memerlukan nitrogen untuk memaksimalkan pertumbuhannya ^[12].

N Total tanah

Hasil analisis statistik, tidak terjadi interaksi antara dosis kompos *A. pinnata*

dengan inokulan bakteri endofitik terhadap N total Inceptisols asal Jatinangor. Secara mandiri, semua taraf dosis pupuk *A. pinnata* dan taraf inokulan bakteri endofitik memberikan pengaruh yang tidak nyata terhadap peningkatan N total tanah. Uji lanjut pengaruh mandiri dosis pupuk *A. pinnata* dan inokulan bakteri endofitik terhadap N total Inceptisols asal Jatinangor dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Pengaruh Mandiri Dosis Pupuk *Azolla pinnata* dengan Inokulan Bakteri Endofitik Penambat N₂ terhadap N-Total Inceptisols Asal Jatinangor

Perlakuan	N Total (%)
Dosis Pupuk <i>Azolla pinnata</i> (P)	
0 g <i>Azolla pinnata</i> pot ⁻¹ setara dengan pupuk organik 0 t ha ⁻¹ (p ₀)	0,28 a
12,5 g <i>Azolla pinnata</i> pot ⁻¹ setara dengan pupuk organik 2 t ha ⁻¹ (p ₁)	0,30 a
25 g <i>Azolla pinnata</i> pot ⁻¹ setara dengan pupuk organik 4 t ha ⁻¹ (p ₂)	0,31 a
37,5 g <i>Azolla pinnata</i> pot ⁻¹ setara dengan pupuk organik 6 t ha ⁻¹ (p ₃)	0,31 a
Inokulan Bakteri Endofitik (B)	
Tanpa penggunaan inokulan (b ₀)	0,29 a
Menggunakan bakteri endofitik <i>Pseudomonas</i> sp (b ₁)	0,30 a
Menggunakan bakteri endofitik <i>Acinetobacter</i> sp (b ₂)	0,30 a

Keterangan : Angka yang ditandai dengan huruf yang sama tidak berbeda nyata menurut uji Duncan pada taraf nyata 0,05.

Tabel 1 menunjukkan bahwa pemberian dosis kompos *A. pinnata* dan penambahan inokulan bakteri endofitik memberikan pengaruh yang tidak nyata terhadap N total tanah. Hal ini diduga karena aktivitas bakteri endofitik yang diaplikasikan berlangsung di dalam jaringan tanaman sehingga hasil fiksasi N₂ yang dilakukan langsung diberikan ke jaringan tanaman jagung, akibatnya tidak meningkatkan kandungan N-total tanah.

Nutrisi N yang berasal dari pemberian kompos *A. pinnata* ke dalam tanah diduga dalam tersedia dan cepat diserap oleh tanaman sehingga N yang tertinggal di dalam tanah jumlahnya sedikit, sehingga peningkatan pemberian dosis *Azolla* pada perlakuan tidak memberikan pengaruh yang nyata terhadap peningkatan kandungan N-total tanah. Kompos *A. pinnata* yang diberikan pada

Inceptisol menyumbang N organik dalam bentuk protein atau asam amino yang mudah dimineralisasi melalui proses amonifikasi menjadi NH₄⁺, hasil proses amonifikasi yaitu NH₄⁺ dapat digunakan langsung oleh tanaman. Hal ini menyebabkan N tersedia di dalam tanah berkurang sehingga terjadi penurunan N total tanah dibandingkan pada hasil analisis tanah awal.

Konsentrasi N Tanaman

Hasil uji statistik menunjukkan terjadi interaksi antara dosis kompos *A. pinnata* dengan bakteri endofitik penambat N₂ terhadap konsentrasi N tanaman jagung. Pengaruh interaksi perlakuan kompos *A. pinnata* dengan bakteri endofitik penambat N₂ disajikan pada Tabel 2.

Tabel 2. Pengaruh Interaksi Perlakuan Kompos *A. pinnata* dengan Bakteri Endofitik terhadap Konsentrasi N Tanaman Jagung pada Inceptisol asal jatinangor

Dosis <i>Azola pinnata</i> (P)	Bakteri Endofitik (B)		
	b ₀	b ₁	b ₂
	-----%		
0 g pot ⁻¹ (p ₀)	3,08 a A	4,88 a B	5,91 a B
12,5 g pot ⁻¹ (p ₁)	5,14 b B	3,59 a A	4,93 a B
25 g pot ⁻¹ (p ₂)	3,34 a A	4,88 a B	5,40 a B
37,5 g pot ⁻¹ (p ₃)	5,14 b A	4,62 a A	4,88 a A

Keterangan : angka yang ditandai dengan huruf berbeda menyatakan berbeda nyata menurut uji Duncan pada taraf kepercayaan 5%. Angka yang ditandai huruf besar dibaca horizontal dan huruf kecil dibaca secara vertikal.

Tabel 2 menunjukkan bahwa pemberian bakteri endofitik dapat meningkatkan konsentrasi N tanaman bila tanpa pemberian kompos *A. pinnata* atau bila dikombinasikan dengan kompos *A. pinnata* sampai dosis 25 g pot⁻¹. Sedangkan pemberian kompos *A. pinnata* dengan dosis tertinggi yaitu 37,5 g pot⁻¹ pemberian bakteri endofitik penambat N tidak meningkatkan konsentrasi N tanaman jagung. Tanpa pemberian kompos *A. pinnata* artinya tidak ada suplai N untuk tanaman jagung dari pupuk organik, bakteri endofitik penambat N *Pseudomonas* sp. atau *Acinotobacter* sp. terpacu dalam menambat N₂ dari udara dan memberikan N yang ditambatnya langsung pada tanaman sehingga dapat meningkatkan N tanaman jagung.

Aktivitas bakteri endofitik N dalam meningkatkan N tanaman tampaknya dapat meningkat apabila suplai N dari kompos Azolla tidak terlalu tinggi. Hal tersebut dapat disebabkan karena terpenuhinya kebutuhan N tanaman dari N yang terkandung dari kompos *A. pinnata*. Kandungan N pada pupuk organik Azolla berkisar dari 3,9 % hingga 5,4 % per berat kering sehingga tanaman paku air ini sangat berpotensi sebagai sumber nitrogen alami [7]. Serapan unsur hara tanaman dipengaruhi ketersediaan unsur hara tanah. Apabila unsur hara tersedia dalam tanah

cukup, maka akan cepat diserap oleh tanaman untuk pertumbuhannya [13]. Kandungan N tanaman jagung dalam kisaran cukup berkisar antara 3,5-5,0 % N [14]. Hasil penelitian ini menunjukkan kandungan N tanaman sebagian besar berada dalam cukup, perlakuan tanpa kompos azolla dan bakteri endofitik mempunyai status hara N yang kurang, sedangkan status hara N berlebih terdapat pada tanaman jagung yang diberi kompos Azolla 25 g pot⁻¹ dikombinasikan dengan bakteri endofitik penambat N *Acinotobacter* sp.

Bakteri endofitik penambat N *Acinotobacter* sp. terlihat lebih konsisten dalam meningkatkan kandungan N tanaman jagung dibandingkan bakteri endofitik *Pseudomonas* sp. pada berbagai dosis pemberian kompos *A. pinnata* sampai dosis 25 g pot⁻¹. Hal tersebut berkaitan dengan kemampuan dari tiap jenis bakteri endofitik penambat N yang berbeda. Dari hasil analisis sebelum percobaan diketahui bahwa bakteri endofitik penambat N *Acinetobacter* sp. mempunyai aktivitas nitrogenase sebesar 96 nmol ml⁻¹ jam⁻¹ yang lebih tinggi dibandingkan dengan bakteri endofitik penambat N *Pseudomonas* sp. yang mempunyai aktivitas nitrogenase sebesar 76 nmol ml⁻¹ jam⁻¹. Konsentrasi N tanaman selain dipengaruhi oleh dosis kompos *A. pinnata* dan

bakteri endofitik, juga dipengaruhi oleh kemampuan bakteri endofitik dalam menambat N₂ yang akan mempengaruhi nilai konsentrasi N tanaman.

Serapan N Tanaman

Hasil uji statistik menunjukkan terjadi interaksi antara dosis kompos *A. pinnata* dengan inoculan bakteri endofitik penambat N₂ terhadap serapan N tanaman jagung. Serapan nitrogen merupakan jumlah nitrogen yang dapat diserap oleh tanaman yang diketahui melalui perkalian antara bobot kering tanaman dan konsentrasi nitrogen. Serapan nitrogen dianalisis setelah tanaman

berumur 70 HST. Meskipun N tanah yang didapat dari pupuk cukup, jika inoculan bakteri tidak efektif, kekurangan N pada tanaman merupakan suatu hal yang mungkin terjadi. Jumlah N yang ditambat oleh bakteri bervariasi di tiap tempat tergantung pada ketersediaan energi dan kemampuan bakteri menambat N bersaing dengan mikroba lain yang hidup dan perkembangannya juga bergantung kepada sumber energi yang sama^[4]. Pengaruh interaksi perlakuan pupuk *Azolla pinnata* dengan bakteri endofitik penambat N₂ terhadap serapan N tanaman jagung disajikan pada Tabel 3.

Tabel 3. Pengaruh Interaksi Perlakuan Kompos *Azolla pinnata* dengan Bakteri Endofitik terhadap Serapan N Tanaman Jagung pada Inceptisol Asal Jatinangor

Dosis <i>Azolla pinnata</i> (P)	Bakteri Endofitik (B)		
	b ₀	b ₁	b ₂
0 g pot ⁻¹ (p ₀)	18,80 a A	32,63 a B	37,67 a B
12,5 g pot ⁻¹ (p ₁)	49,94 c B	32,16 a A	41,91 a AB
25 g pot ⁻¹ (p ₂)	32,94 b A	53,02 b B	57,37 b B
37,5 g pot ⁻¹ (p ₃)	53,16 c A	55,47 b A	69,24 c B

Keterangan : angka yang ditandai dengan huruf berbeda menyatakan berbeda nyata menurut uji Duncan pada taraf kepercayaan 5%. Angka yang ditandai huruf besar dibaca horizontal dan huruf kecil dibaca secara vertikal.

Tabel 3 menunjukkan bahwa pemberian kompos *A. pinnata* dengan bakteri endofitik penambat N₂ memberikan pengaruh yang nyata terhadap serapan N tanaman. Perlakuan tanpa kompos *A. pinnata* dengan penambahan inoculan bakteri endofitik *Acinotobacter* sp dan *Pseudomonas* sp. memiliki nilai serapan N yang lebih tinggi dibandingkan dengan perlakuan tanpa kompos *A. pinnata* tanpa penambahan inoculan bakteri endofitik penambat N₂. Perlakuan pemberian dosis kompos *A. pinnata* 12,5 g pot⁻¹ tanpa penambahan bakteri endofitik dan dengan penambahan bakteri endofitik *Acinotobacter* sp memiliki nilai serapan N yang tinggi

dibandingkan dengan pemberian kompos *A. pinnata* 12,5 g pot⁻¹ dan penambahan bakteri endofitik *Pseudomonas* sp. Perlakuan pemberian dosis pupuk *A. pinnata* 25 g pot⁻¹ dengan penambahan inoculan bakteri endofitik *Acinotobacter* sp dan *Pseudomonas* sp. memiliki nilai serapan N yang tinggi dibandingkan dengan perlakuan kompos *A. pinnata* 25 g pot⁻¹ tanpa penambahan inoculan bakteri endofitik penambat N₂. Pada pemberian dosis kompos *A. pinnata* 37,5 g pot⁻¹ dengan penambahan bakteri endofitik *Acinotobacter* sp memiliki nilai serapan N yang tinggi dibandingkan dengan perlakuan pupuk *A. pinnata* 37,5 g pot⁻¹ tanpa

penambahan inokulan bakteri endofitik penambat N₂ dan perlakuan kompos *A. pinnata* 37,5 g pot⁻¹ dengan penambahan bakteri endofitik *Pseudomonas* sp.

Dilihat dari semua dosis perlakuan, perlakuan pemberian dosis kompos *A. pinnata* 37,5 g pot⁻¹ dengan penambahan bakteri endofitik *Acinotobacter* sp. menghasilkan serapan N yang paling tinggi dan menjadi dosis perlakuan yang paling baik dalam meningkatkan serapan N dibandingkan dengan pemberian dosis perlakuan yang lain. Bakteri endofitik penambat N *Acinotobacter* sp. yang berlokasi pada jaringan tanaman selain menghasilkan aktivitas nitrogenase yang tinggi tetapi juga menghasilkan metabolit hormon IAA 106 µg mL⁻¹. Kajian tersebut sangat penting karena pertumbuhan tanaman tidak hanya membutuhkan nitrogen saja tetapi juga membutuhkan faktor pertumbuhan yang lain diantaranya adalah zat pengatur tumbuh (fitohormon). Zat pengatur tumbuh merupakan senyawa yang dalam jumlah sedikit dapat berpengaruh besar terhadap pertumbuhan dan produksi tanaman. Zat pengatur tumbuh mampu diproduksi oleh mikroorganisme tertentu dan juga dapat dihasilkan oleh tanaman yang dapat mempengaruhi proses fisiologis tumbuhan. IAA termasuk fitohormon golongan auksin alami dan berperan sebagai zat pemicu pertumbuhan tanaman karena dapat meningkatkan sintesis DNA dan RNA, serta pemanjangan sel dengan meningkatnya pertukaran proton ^[15]. Dengan dihasilkannya hormon IAA dari bakteri endofitik penambat N menyebabkan tanaman jagung lebih baik pertumbuhannya sehingga serapan N menjadi meningkat. Selain menghasilkan hormon tumbuh seperti IAA, bakteri juga mampu menghasilkan vitamin dan berbagai asam organik yang berfungsi untuk merangsang pertumbuhan bulu-bulu akar ^[16].

Bobot Kering Tanaman

Hasil uji statistik menunjukkan tidak terjadi interaksi antara dosis kompos *A. pinnata* dengan bakteri endofitik penambat N₂ terhadap bobot kering tanaman jagung. Pengaruh mandiri perlakuan pemberian dosis kompos *A. pinnata* dengan penggunaan inokulan bakteri endofitik penambat N₂ terhadap bobot kering tanaman jagung disajikan pada Tabel 4.

Berdasarkan Tabel 4 pemberian kompos *A. pinnata* dengan dosis yang berbeda memberikan pengaruh yang berbeda pula terhadap bobot kering tanaman. Perlakuan penggunaan pupuk *A. pinnata* dengan dosis yang tertinggi 37,5 g pot⁻¹ menghasilkan bobot kering tanaman yang tertinggi, setiap peningkatan dosis kompos *A. pinnata* terlihat meningkatkan nilai bobot kering tanaman jagung secara nyata. Sedangkan penggunaan inokulan bakteri endofitik penambat N₂ tidak berpengaruh nyata terhadap bobot kering tanaman. Penggunaan jenis dan kepadatan bakteri endofitik yang tepat ketika diinokulasikan pada tanaman dapat meningkatkan daya adaptasi pada lingkungan yang baru sehingga dapat meningkatkan fungsi kompos *A. pinnata* secara optimal dan memberikan pengaruh maksimal pada pertumbuhan tanaman. Pengaruh yang tidak berbeda nyata terhadap bobot kering tanaman diakibatkan asupan N tanaman tidak optimal sehingga pertumbuhan tanaman tidak maksimal. Keberadaan N sangat penting dalam pertumbuhan tanaman karena kedudukannya dalam proses biokimia tanaman sebagai unsur esensial pada pembentukan sel, penyusunan protein, sitoplasma, klorofil, dan komponen sel lainnya ^[17].

Tabel 4. Pengaruh Mandiri *Azolla pinnata* dan Bakteri Endofitik terhadap Bobot Kering Tanaman Jagung pada Inceptisol Asal Jatinangor

Perlakuan	Bobot Kering Tanaman (g)
Dosis <i>Azolla pinnata</i> (P)	
0 g <i>Azolla pinnata</i> pot ⁻¹ (p ₀)	636.9 a
12,5 g <i>Azolla pinnata</i> pot ⁻¹ (p ₁)	909.3 b
25 g <i>Azolla pinnata</i> pot ⁻¹ (p ₂)	1047.2 c
37,5 g <i>Azolla pinnata</i> pot ⁻¹ (p ₃)	1220.6 d
Aplikasi Inokulan Bakteri (B)	
Tanpa Bakteri (b ₀)	906.2 a
<i>Pseudomonas</i> sp. (b ₁)	961.9 a
<i>Acinotobacter</i> sp. (b ₂)	992.3 a

Keterangan : Angka yang ditandai dengan huruf yang sama tidak berbeda nyata menurut uji Duncan pada taraf nyata 0,05

Perlakuan penggunaan kompos *A. pinnata* dengan dosis yang tertinggi 37,5 g pot⁻¹ memiliki bobot kering tanaman yang paling tinggi dibandingkan dengan perlakuan tanpa maupun dengan perlakuan pemberian dosis *A. pinnata* 25 g pot⁻¹ dan 12,5 g pot⁻¹ sehingga dapat menjadi dosis perlakuan yang paling baik dalam meningkatkan bobot kering tanaman jagung. Pemberian bakteri endofitik penambat N pada tanaman jagung secara mandiri tidak dapat meningkatkan bobot kering tanaman jagung walaupun konsentrasi N dan serapan N tanaman jagung meningkat dengan pemberian bakteri endofitik penambat N. Diduga peran bakteri endofitik penambat N berpengaruh nyata bila dibarengi dengan pemberian kompos *A. pinnata* dengan dosis dibawah 6 ton ha⁻¹.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil percobaan disimpulkan bahwa :

1. Terjadi interaksi pupuk *Azolla pinnata* dengan bakteri endofitik penambat N₂ terhadap peningkatan konsentrasi N dan serapan N tanaman jagung, tetapi tidak terhadap N total tanah dan bobot kering tanaman jagung.
2. Dosis pupuk *Azolla pinnata* sebesar 37,5 g pot⁻¹ setara 6 ton ha⁻¹ merupakan dosis yang terbaik dalam meningkatkan bobot kering tanaman jagung. Sedangkan pemberian bakteri endofitik penambat N₂ tidak

berkontribusi dalam meningkatkan bobot kering tanaman jagung.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Sarief, S. 1986. Ilmu Tanah Pertanian. Pustaka Buana. Bandung.
- [2] Minamisawa, K., Kiyo Nishioka, Taro Miyaki, Bin Ye, Takuya Miyamoto, Mu you, Asami Saito, Masanori Saito, Wilfredo L. Barraquio, Neung Teaumroong, Thsn Sein and Tadashi Sato. 2004. Anaerobic Nitrogen-Fixing Consortia Consisting of Clostridia Isolated from Gramineous Plants. Appl Environ Microbiol 70(5) : 3096 - 3102
- [3] James, E., and F.L. Olivares. 1997. Infection and Colonization of Sugarcane and Other Gramineous Plants by Endophytic Diazotrophs. Plant Science 117: 77-119.
- [4] Simanungkalit, R.D.M., Rasti Saraswati, Ratih Dewi Hastuti dan Edi Husen. 2009. Pupuk Organik dan Pupuk Hayati: Bakteri Penambat Nitrogen. Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian, Deptan, Jakarta.
- [5] Setiawati, M.R., D.W. Santosa, T. Simarmata, Y. Sumarni, and D.H. Arief. 2003. The Contribution of Nitrogen-Fixing Endophytic Bacteria To Increase the Growth of Upland Rice. LISA International Seminar. UNPAD. Bandung.

-
- [6] Watanabe, I. 1978. Biological Nitrogen Fixation in Rice Soils. Soil and Rice. IRRI, Page 465-474, Philiphine.
- [7] Maftuchah, 1994. Asosiasi Azolla Dengan Anabaena Sebagai Sumber Nitrogen Alami dan Manfaatnya Sebagai Bahan Baku Protein. Pusat Bioteknologi Pertanian. Universitas Muhammadiyah Malang.
- [8] Abdulkadir, S. & K. Kumazawa. 1990. The potency of Indonesian Azolla for Increasing Rice Production. 14th International Congress of Soil Scince Transaction. Vol. VIII, Suplemen VIII, Kyoto, Japan : 42 – 43.
- [9] Sinambela, Junita. 2009. Pengaruh Media Tanam dan Kompos Azolla (*Azolla* sp) terhadap Pertumbuhan Kecambah Kelapa Sawit (*Elaeis Guineensis* Jacq.) D X P di pre Nursery. Online : <http://localhost/kelapa-sawit-kompos -azolla-media.html> (diakses 14 April 2010).
- [10] Suryanto, Purwo. 2009. Pupuk Organik Jagung. Online : <http://pupukpromojos.com/pupuk-cair/pupuk-organik-cair.html>. (diakses 14 April 2010)
- [11] Kresnatita, S. 2009. Aplikasi Pupuk Organik dan Nitrogen Pada Jagung manis. PPSUB Malang.
- [12] Zinniel, D. K. Pat Lambrecht, N. Beth Harris, Zhengyu Feng, Daniel Kuczmarski, Phyllis Higley, Carol A. Ishimaru, Alahari Arunakumari, Raul G. Barletta and Anne K. Vidaver. 2002. Isolation and Characterization of Endophytic Colonizing Bacteria from Agronomic Crops and Prairie Plants. Journal List. Appllied and Environmental Microbiology. 68 (5): 2198-2208.
- [13] Hardjowigeno, S, H. Subagyo dan M. Luthfi Rayes. 2004. Tanah Sawah dan Teknologi Pengelolaannya: Morfologi dan Klasifikasi Tanah Sawah. BPTA. Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian, Deptan, Jakarta.
- [14] Jones, Benton J. Jr., Wolf, Benjamin., and Mills, Harry A. 1991. Plants Analysis Hand Book. Micro-Macro Publishing, Inc.
- [15] Aslamyah, S. 2002. Peranan Hormon Tumbuh dalam Memacu Pertumbuhan Algae.
- [16] Vessey, J. K. 2003. Plant Growth Promoting Rhizobacteria as Biofertilizer. Plant Soil 255: 571 - 586.
- [17] Setiawati, M.R., P. Suryatmana, D.H. Arief dan R. Hudaya. 2008. Peningkatan Aktivitas Nitrogenase, Kandungan N Tanah dan Tanaman serta Hasil Padi Gogo Akibat Aplikasi Pupuk N dan Konsorsium Bakteri Endofitik Penambat N₂. Jurnal Agrikultura Vol. 19 No.3.